

## PROTEINŲ PASISAVINIMO EFEKTYVUMAS TRIUŠIŲ VIRŠKINAMAJAME TRAKTE

Paulius Matusėvičius<sup>1</sup>, Algirdas Januškevičius<sup>1</sup>, Zenon Zduńczyk<sup>2</sup>, Jerzy Juśkiewicz<sup>2</sup>, Jan Jankowski<sup>3</sup>, Ana Žilinskienė<sup>4</sup>

<sup>1</sup> Lietuvos veterinarijos akademija, Gyvulininkystės technologijos fakultetas, Tilžės g. 18, LT-47181 Kaunas

<sup>2</sup> Lenkijos mokslų akademijos Gyvūnų veisimo ir maisto tyrimo institutas, Tuwima 10, 10-747 Olštynas, Lenkija

<sup>3</sup> Olštyno Varmijos–Mozūrijos universitetas, Bioinžinerijos fakultetas, Oczapowskiego 5, 10-728 Olštynas, Lenkija

<sup>4</sup> Lietuvos žemės ūkio universitetas, Augalininkystės ir gyvulininkystės katedra, Studentų g. 11, LT-4324 Akademija, Kauno r.; el. paštas: [paslab@nora.lzuu](mailto:paslab@nora.lzuu)

**Santrauka.** Tyrimais nustatyta, kad pašare didėjant žalių proteinų kiekiui gerėja jų virškinamumas, nes sumažėja endogeninio azoto santykinė dalis nuo bendro azoto kiekio išmatose. Kartu pašarų, kuriuose yra daug žalių proteinų (ankštiniai augalai), proteinų struktūra paprastai mažiau atspari virškinimui.

Visaverčių racionų žalių proteinų virškinamumas labiau kinta priklausomai nuo pašaro komponentų, nei nuo cheminės sudėties (de Blas et al., 1979; 1984). Žalių proteinų virškinamumas priklauso ir nuo triušių amžiaus. Tyrimai, kurių metu nustatyta virškinamumas skirtingame amžiuje (nuo nujunkymo, t. y. nuo 28 dienos iki 11 savaičių) parodė, kad žalių proteinų virškinamumas po triušių nujunkymo mažėja ir pastovų lygį pasiekia 8–9 savaitę. Šis poveikis vienodas visiems davinio komponentams.

**Raktažodžiai:** triušiai, augimo dinamika, baltymai, virškinamumas.

## EFFECTIVITY OF ASSIMILATION OF DIETARY PROTEIN IN RABBITS DIGESTIVE TRACT

**Summary.** It was determined, that increment of crude protein content in feed enhances digestibility of crude protein, because part of endogenous nitrogen in total faecal nitrogen content decreases. Besides, composition of protein in feed with high crude protein content (leguminous crop feed) is generally less resistant to digestion.

Applying diets, digestibility rate of crude protein depends more on feed ingredients than on its chemical structure. In addition, digestibility of dietary crude protein depends on animal age. Tests when digestibility was determined at different age (from weaning i.e. 28 days up to 11 weeks) showed, that crude protein digestibility in rabbits decreases after weaning and reaches a constant level at 8<sup>th</sup> – 9<sup>th</sup> week. This effect is the same for all dietary ingredients.

**Keywords:** rabbits, growth dynamics, protein, digestibility.

**Įvadas.** Triušių virškinimo sistema palyginti su kitomis gyvūnų rūšimis yra specifinė. Mikrobinis aktyvumas aklojoje žarnoje yra labai svarbus virškinimo ir maistinių medžiagų pasisavinimo procesams (Padilha et al., 1995).

Svarbus triušio virškinimo sistemos skyrius – skrandis visuomet yra pripildytas. Po koprofagijos apatinė skrandžio dalis naudojama naktinėms išmatoms talpinti. Triušio organizmas prisitaikęs priimti didelį kiekį pašaro – 65–80 g 1/kg kūno svorio, nes jis greitai pereina virškinamąjį traktą.

Labai reikšmingi ir virškinimo fermentų aktyvumo pokyčiai. Keturių savaičių amžiaus triušių skrandžio fermento lipazės aktyvumas sudaro didesnę dalį viso virškinamojo trakto lipolizinio aktyvumo, tačiau šis aktyvumas trijų mėnesių triušių organizme nenustatytas (Marounek et al., 1995). Kartu su mažėjančiu skrandžio fermento lipazės aktyvumu didėja kasos fermento lipazės aktyvumas, jei abu išreikštume specifiniu (μmol suskaidyto substrato laiko vienetai ir miligramui proteinų), arba suminiu, aktyvumu (μmol suskaidyto substrato laiko vienetai skrandyje) nuo gimimo iki 14 paros. Iki 14 paros specifinis aktyvumas yra pastovus arba didėja nežymiai (Lebas et al., 1971; Corring et al., 1972).

Mikrobinės populiacijos veikla aklojoje žarnoje kartu su koprofagijos procesu leidžia triušio organizmui gauti papildomos energijos, aminorūgščių ir vitaminų. Pagrindinė subrendusių triušių mikrobinės populiacijos

aklojoje žarnoje rūšis yra *Bacteroides* (Gouet, Fonty, 1973). *Bacteroides* populiacijoje yra 10<sup>9</sup>–10<sup>10</sup> bakterijų g<sup>-1</sup>, o kitos rūšys, tokios kaip *Bifidobacterium*, *Clostridium*, *Streptococcus* ir *Enterobacterijos*, užima likusią populiacijos dalį, sudarydamos 10<sup>10</sup>–10<sup>12</sup> bakterijų g<sup>-1</sup> krūvį (Bonnafoos, Raynaud, 1970; Gouet, Fonty, 1979; Forsythe, Parker, 1985; Penney et al., 1986; Cortez et al., 1992).

**Darbo tikslas** – nustatyti skirtingų pašarinių komponentų cheminės sudėties įtaką triušių virškinamumui.

**Darbo metodika.** Tyrimai atlikti su Naujosios Zelandijos veislės triušiais. Grupės buvo sudarytos analogų principu. Atlikti virškinamumo bandymai, kurių metu vykdyta tiksli sušertų pašarų ir išmatų apskaita. Bandymų šėrimo schema pateikta 1 lentelėje.

Tyrimais nustatyta pašarų cheminė sudėtis proteinų kokybiniu ir kiekybiniu aspektu. Proteinų kiekis nustatytas Kjeldalio metodu, t. y. atlikta mineralizacija, pašaro organinę dalį sudėginus koncentruota sieros rūgštimi, distiliavimo ir titravimo etapais. Su amino analizatoriumi (AAA-881) nustatytos pagrindinės aminorūgštys.

Cheminės analizės rezultatai panaudoti virškinamumui įvertinti. Virškinamumo koeficientai apskaičiuoti klasikiniu būdu.

**Tyrimo rezultatai.** Azotinių ekstraktinių medžiagų (AEM), kurių sudėtyje yra šilumos skaidomas proteinas ir

azotas, surištas su ligninu, santykinės dalies nustatymas leidžia įvertinti pašaruose esančio nesuvirškinamo azoto dalį. Nors padidėjęs nekrakmolinių polisacharidų kiekis pašaruose susijęs su sumažėjusių žalių proteinų virškinamumu (ŽPV) (Longstaff, McNab, 1991; García et al., 1995 b), ląstelių sienelių sudėtis ne visuomet susijusi su proteinų virškinamumu.

Bandymai atlikti siekiant nustatyti ryšį tarp įvairių skirtingų pašarinių medžiagų ŽPV ir jų cheminės sudėties. J. Martínez ir J. Fernández (1980), naudodamiesi šešių pašarinių komponentų ir dviejų labai skirtingos cheminės

sudėties racionų duomenimis, nustatė aukštą koreliacijos koeficientą ( $R^2 = 0,760$ ), siedami ŽPV (kuris kito nuo 0,13 iki 0,82) su AEM kiekiu. M. Villamide ir M. Fraga (1998), naudodamiesi pašarų cheminės sudėties duomenimis ( $R^2 = 0,904$ ,  $n = 11$ ), patvirtino aukštą AEM prognozuojamą vertę. Tokia analizė retai atliekama vertinant triušių pašarus, todėl kol kas neįmanoma gauti reikiamos priklausomybės, kurioje labiau vienareikšmiškas ir tipingesnis pašarų skaičius leistų tiksliau prognozuoti triušių racionuose esančių svarbiausių sudėtinių medžiagų ŽPV (1 pav.).

1 lentelė. Visaverčių pašarų sudėtis, maistinė ir energinė vertė

Komponentai	Racionai		
	M	H	L
Avižos	14,0	15,0	13,4
Kviečiai	1,3	2,5	4,5
Miežiai	14,0	15,0	15,0
Pupos	2,0	–	1,0
Žirniai	–	2,0	1,0
Kakavos lukštai	3,0	3,0	3,0
Saulėgrąžų rupiniai	23,0	20,7	20,7
Cukrinių runkelių išspaudos	20,0	16,0	15,0
Žolės miltai	20,0	23,0	24,1
Sojų aliejus	0,70	–	–
Metioninas	–	0,16	0,16
Lisinas	0,07	0,06	0,06
Dikalcio fosfatas	0,63	0,62	0,62
Kreida	–	0,46	0,46
Vitamininis mineralinis priedas	1,3	1,5	1,0
1 kg visaverčio pašaro yra:			
Apykaitos energija, MJ/kg	10,0	10,5	9,5
Žali riebalai, %	4	3	3
Žalia ląsteliena, %	12	13	15
Žali baltymai, %	16	18	15
Metioninas + cistinas	0,60	0,60	0,55
Lizinas	0,70	0,90	0,65
Argininas	0,90	0,80	0,80
Treoninas	0,55	0,70	0,55
Triptofanas	0,13	0,20	0,12
Histidinas	0,35	0,43	0,35
Izoleucinas	0,60	0,70	0,67
Fenilalaninas + tirozinas	1,20	1,40	1,10
Valinas	0,70	0,85	0,68
Leucinas	1,05	1,25	1,00

Kita vertus, kyla klausimų pagrįstumas skirtingai komponentus grupuojant šio tipo regresijai gauti. Kai analizuojamos tam tikros panašių pašarų, tokių kaip sausi pašarai ir proteinų koncentratai, savitų klasių grupės, geriausias bendras rodiklis ŽPV numatyti buvo žalio proteino (ŽP) kiekis (atitinkamai  $R^2 = 0,405$  ir  $0,260$ ). Pripažinta, kad pašaro ŽP kiekio didėjimas didina jo virškinamumą, nes viso išmatų azoto kiekio endogeninio azoto santykinė dalis sumažėja. Kartu pašarų, kuriuose yra daug ŽP (ankštinių augalų pašarai), proteinų struktūra mažiau atspari virškinimui. Triušių pašaro komponentų virškinamumas kito priklausomai nuo jų cheminės sudėties (1 lentelė, 2 pav.).

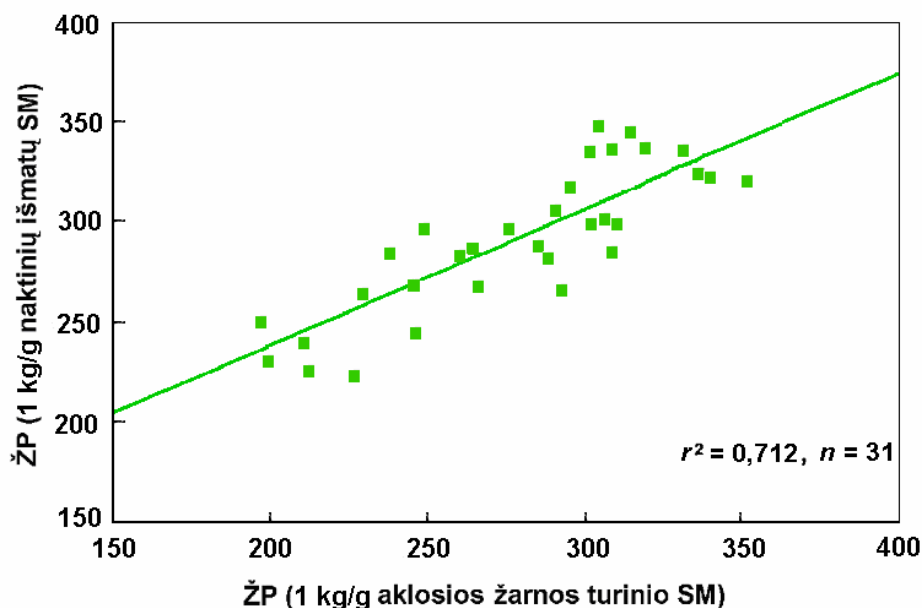
Manoma, kad didesnė visaverčių racionų ŽPV priklausomybė pasireiškia nuo pašaro komponentų nei

nuo cheminės sudėties (de Blas et al., 1979; 1984). Tačiau M. J. Villamide ir M. J. Fraga (1991) gavo priimtina koreliaciją tarp šio kintamojo ir ŽPV ( $R^2 = 0,432$ ). ŽP davinyo prognozės tikslumo nepadidino veikiausiai todėl, kad kintančios racionų ŽP kiekio ribos yra siauresnės nei nustatytos skirtingiems pašarams, įtrauktiems į triušių racionus.

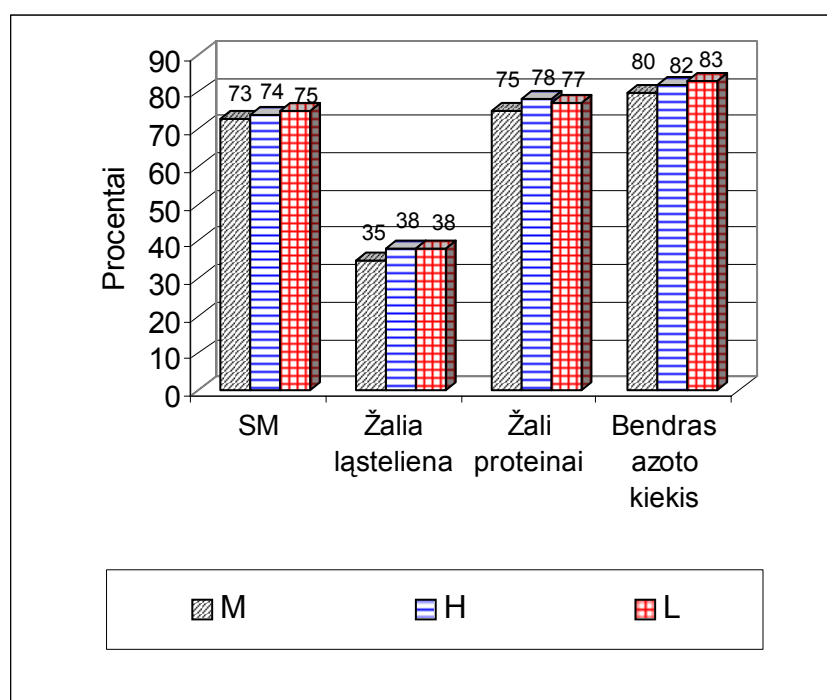
Davinio ŽPV priklauso ir nuo triušių amžiaus. Tyrimai, kuriais nustatytas virškinamumas skirtingame amžiuje (nuo 28 dienų iki 11 savaičių), parodė, kad ŽPV po nujunkimo mažėja ir pastovią vertę pasiekia maždaug aštuntą–devintą savaitę, nes nuo penktos savaitės mažėja lėčiau. Šis poveikis yra vienodas visiems davinio komponentams, bet ŽPV sumažėja labiau nei bendras organinės medžiagos virškinamumas.

Amžiaus įtaką virškinamumui galima paaiškinti ir tuo, kad pašaro suvartojimas padidėja būtent penktąją savaitę. Iki devintos savaitės pasikeičia triušių skirtingų virškinamojo trakto dalių santykinis svoris ir praryto pašaro dalis, liekanti virškinamajame trakte, dėl to

pervertinamas jaunų triušių ŽPV. Kiti su ŽPV susiję veiksniai, kaip aklosios žarnos amoniako ir ŽP kiekio su naktinėmis išmatomis išskyrimas, taip pat priklauso nuo triušių amžiaus.



1 pav. Aklosios žarnos turinio žalių proteinų (ŽP) koncentracijos poveikis naktinių išmatų ŽP kaupimuisi



2 pav. Pašaro maisto medžiagų virškinamumo koeficientai

Tačiau trūksta informacijos apie atskirų pašarų ŽP virškinamumą jaunų triušių organizme. Anot E. Blas, T. Gidenne ir kitų mokslininkų (1990), nujunkytų triušių liucernos šieno ir žirnių ŽPV gali būti žemesnis nei suaugusių triušių, lyginant su aukštu standartinio pašaro ŽPV. Vadinasi, nujunkius 28 dienų triušius, fermentiniai procesai, reikalingi augalų proteinui suvirškinti, vyksta ne iki galo.

Aminorūgščių, kurios triušių pašaruose paprastai ribojamos, lizino virškinamumas kito nuo 81,0% iki 67,0%, metionino – nuo 79,0% iki 72,0% ir treonino – nuo 77,0% iki 67,0%. Pagal gautus rezultatus galima teigti, kad tarp bendro proteinų ir įvairių aminorūgščių virškinamumo yra teigiama koreliacija. Tarp kraštutinių ŽPV verčių nustatytas 7% skirtumas, lizinui – 14% verčių skirtumas, nepaisant to, kad likusių aminorūgščių

skirtumas buvo mažesnis (svyravo tarp 3% ir 10%). Kai aminorūgštys buvo duodamos kartu su visaverčiais pašarais, metionino virškinamumas buvo 74,0% (Taboada et al., 1994; Taboada et al., 1996), o treonino – 63,0% (de Blas et al., 1996).

Pastaraisiais metais atrasti triušių galinės klubinės žarnos fistulės, aklosios žarnos kanulės įstatymo būdai ir metodai (Gidenne, Bouyssou, 1987; Gidenne, Bellier, 1992; Merino, Carabaño, 1992) leidžia nustatyti aminorūgščių ir ŽP kiekį, kuris absorbuojamas plonosiose žarnose, ir ištirti *in vivo* fermentaciją aklojoje žarnoje. Kitoms neatraujančių gyvūnų rūšims virškinamumo nustatymas klubinėje žarnoje yra jautresnis raciono aminorūgščių pasisavinimo pokyčiams nustatyti, nei virškinamumo nustatymas pagal išmatas (Weerden, 1985). Storojoje žarnoje pradinio pašaro neabsorbuotų aminorūgščių struktūra labiausiai pasikeičia dėl bendrosios mikrobinio proteino sintezės. Naujausiais duomenimis, dienišė triušių išmatose mikrobinio azoto vertė yra mažesnė (artėja prie 0,3), mat didesnė bakterinio azoto dalis (susintetinta apatinėje žarnų trakto dalyje) triušių vėl nuryjama su naktinėmis išmatomis (García et al., 1995). Taigi pakartotinai nuryjamos naktinės išmatos, o su jomis gauti ŽP, kurių reikšminga dalis yra bakterinis azotas (nuo 0,31 iki 0,68; García et al., 1995; 1996), virškinimas padidina proteino virškinamumo tyrimų kompleksškumą (Merino, Carabaño, 1992) ir jo rezultatų interpretavimo sudėtingumą.

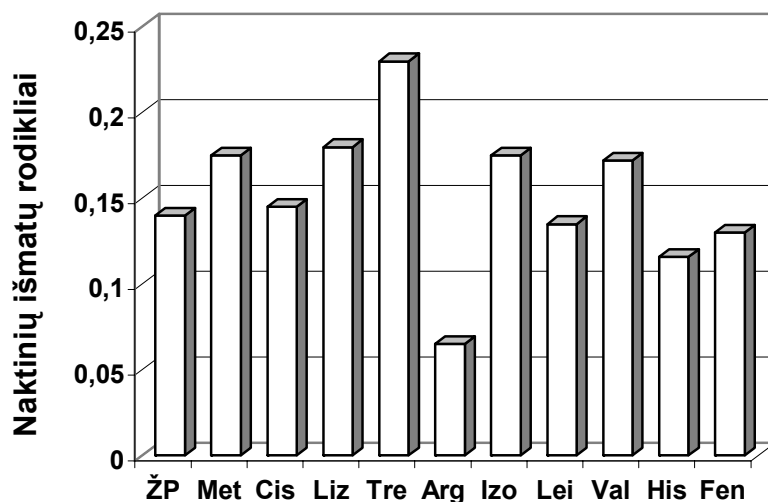
Pagrindinė ŽP virškinamoji dalis hidrolizuojama virškinamajame trakte prieš akląją žarną netgi vartojant racionus su didesniu ŽP kiekiu, pavyzdžiui, žolės miltus (H ir L racionai). Kita vertus, tuose pačiuose racionuose tik 60% organinės medžiagos (H ir L racionai) arba 75%

SM (M racionas) suvirškinama iki klubinės žarnos.

Duodant kitus racionus, sudarytus iš standartinių proteinų šaltinių, virškinamumo koeficientai yra artimi minėtoms riboms. Vis dėlto, kai kurių pašarų sudėtis (ypač jų nemaistiniai veiksniai ir didelis azotinių ekstraktinių medžiagų santykis) gali turėti įtakos davinio proteino virškinamumui. Mažesnis raciono ŽP virškinamumas siejamas ir su tanino kiekiu (Motta-Ferreira et al., 1996), kuris gali sujungti davinio proteinus ir nutraukti jų virškinimą. Taninų reikšmė ŽP virškinamumui tyrinėta kiaulėms, kurioms klubinėje žarnoje buvo įstatyta fistulė (Jansman et al., 1993). Tyrimai parodė, kad taninų poveikis virškinamumui, nustatytas klubinėje žarnoje, buvo didesnis nei išmatų frakcijoje. Be to, didesnė su AEM sujungto ŽP proporcija racione gali sumažinti jo virškinimą.

Naktinių išmatų kiekis priklauso nuo amžiaus, fiziologinės būklės ir raciono sudėties. Kai kurie tyrėjai nurodė pastovų santykį tarp naktinių ir dieniščių išmatų kiekio. Taip T. Gidenne ir F. Lebas (1987), atlikdami bandymus su triušiais nuo 28 iki 133 dienų amžiaus, nustatė santykį ( $r = 0,639$ ) tarp dviejų rūšių išmatų.

Naktinių išmatų indėlis bendram ŽP priėmimui kinta priklausomai nuo raciono cheminės sudėties, o daugiausia – nuo pašaro sudedamųjų dalių racione (nuo 0,105 iki 0,28 pagal anksčiau minėtus tyrimus). Čia didesnės reikšmės siejasi su blogiau virškinamais racionų komponentais, kuriuose didesnė azoto dalis gaunama su pašaru arba blogiau virškinamais papildomais produktais. Nors kartais buvo gaunamos didesnės reikšmės (Falçao e Cunha, Lebas, 1986), praktikoje racionuose su naktinėmis išmatomis gaunama proteinų dalis yra apie 0,18 suminio priimamo ŽP kiekio (3 pav.).



3 pav. Naktinių išmatų reikšmė bendram žalių proteinų ir aminorūgščių suvartojimui, %

Naktinių išmatų kiekis patelių laktacijos metu, šeriant įprastais racionais, yra didesnis palyginti su augančių triušių, bet naktinių išmatų indėlis bendrame priimto ŽP kiekyje išlieka tame pačiame lygyje dėl didesnio pašaro kiekio, suvartoto patelių (Lorente et al., 1988).

Galima daryti išvadą, kad antrąkart prarytos naktinės išmatos turi įtakos raciono maisto medžiagų

virškinamumui, ypač proteinų. Kai koprofagija neleidžiama, SM virškinamumas sumažėja apie 6%. Nors kai kuriuose racionuose pakitimų nepastebėta, ŽPV vidutiniškai sumažėja apie 20%. Literatūroje nurodytos vertės svyruoja nuo 4% iki 27%.

Naktinių išmatų sudėtis turi įtakos naktinių išmatų mikrobinio turinio ir davinio aminorūgščių virškinamumo koeficientų lygiui, taip pat azoto iš endogeninių šaltinių

(ypač gleivių apvalkalo azoto) poveikiui. Duomenys, gauti V. Proto (1976), nurodo, kad naktinės išmatos yra geras dažniausiai nepakeičiamų aminorūgščių (metionino, lizino ir treonino) šaltinis. Nustatyta, kad laktacijos metu pateles šeriant visaverčiais racionalis, atitinkančiais maistinės ir energinės vertės reikalavimus, kai kurių nepakeičiamų aminorūgščių (metionino, lizino, treonino, izoleucino ir valino) indėlis maisto medžiagų pasisavinimui yra didesnis nei naktinių išmatų ŽP. Tačiau skirtumas buvo reikšmingas tik treonino atveju, kuris nurodytas kaip trečioji nepakeičiama aminorūgštis triušiams. Pagal virškinimo procesų duomenis, apsprendžiančius naktinių išmatų sudėtį, pagrindinis rezultatas yra padidėjęs metionino/cistino santykis.

### Išvados.

1. Ankštinių augalų proteinuose yra daugiau nepakeičiamų aminorūgščių (ypač lizino) ir jų virškinamumas geresnis palyginti su varpinių proteinų virškinamumu. Tačiau jų vertė (jei naudojami natūralūs) apribota įvairių juose esančių nemaistinių faktorių, kaip tripsino taninų, inhibitorių ir skaidulinių medžiagų.

2. Žalių proteinų virškinamumas kinta priklausomai nuo raciono komponentų ir triušų amžiaus.

3. Prarytos naktinės išmatos turi įtakos raciono maisto medžiagų virškinamumui, ypač proteinų. Kai koprofagija nevisiška, SM virškinamumas sumažėja apie 6%.

### Literatūra

- Bonnafoos R., Raynaud P. Recherches sur les variations de la densité des microorganismes dans le colon du lapin domestique. *Experientia*. 1970. P. 26, 52.
- Blas E., Fandos J., Cervera C., Gidenne T., Pérez J. Effet de la nature et du taux d'amidon sur l'utilisation digestive de la ration chez le lapin au cours de la croissance. *Proceedings 5èmes Journées de la Recherche Cunicole*. Paris. 1990. Vol. 2. N. 1. P. 50.
- Corring T., Lebas F., Courtot T. Contrôle de l'évolution de l'équipement enzymatique du pancreas exocrine du lapin de la naissance à six semaines. *Annales de Biologie Animale, Biochimie et Biophysique*. 1972. No.12. P. 221–231.
- Cortez S., Branderburger H., Gruee E., Sundrum A. Untersuchungen zur Darmflora des Kaninchens in Abhängigkeit von Fütterung und dem Gesundheitsstatus. *Tierärztliche Umschau*. 1992. 47. S. 544–549.
- De Blas J. C., Merino Y., Fraga M. J., Gálvez J. F. A note on the use of sodium hydroxide treated straw pellets in diets for growing rabbits. *Animal Production*. 1979. 29. P. 427–430.
- De Blas J., Fraga M., Rodríguez J., Méndez, J. The nutritive value of feeds for growing fattening rabbits. 2. Protein evaluation. *Journal of Applied Rabbit Research*. 1984. 7. P. 97–100.
- De Blas J., Taboada E., Nicodemus N., Campos R., Piquer J., Méndez J. The response of highly productive rabbits to dietary threonine content for reproduction and growth. *Proceedings of the 6th World Rabbit Congress*. Toulouse. 1996. Vol. 1. P. 139–143.
- Falção e Cunha L., Lebas F. Influence chez le lapin adulte de l'origine et du taux de lignine alimentaire sur la digestibilité de la ration et l'importance de la cecotrophie. *Proceedings 4èmes Journées de la Recherche Cunicole*. Paris. 1986. N1. P. 8.
- Forsythe S. J., Parker D. S. Nitrogen metabolism by the microbial flora of the rabbit caecum. *Journal of Applied Bacteriology*. 1985. N. 58. P. 363–369.
- García J., Blas J., Carabaño R., García P. Effect of type of lucerne hay on caecal fermentation and nitrogen contribution through caecotrophy in rabbits. *Reproduction, Nutrition and Development*. 1995. N. 35. P. 267–275.
- García J., Pérez-Alba L., Alvarez C., Rocha R., Ramos M., Blas J. Prediction of the nutritive value of lucerne hay in diets for growing rabbits. *Animal Feed Science and Technology* 1995. N. 54. P. 33–44.
- García J., Carabaño R., Pérez-Alba L., de Blas C. Effect of fibre source on neutral detergent fibre digestion and caecal traits in rabbits. *Proceedings of the 6th World Rabbit Congress*. Toulouse, 1996. N. 1. P. 175–179.
- Gidenne T., Bellier R. Etude *in vivo* de l'activité fermentaire caecale chez le lapin. Mise au point et validation d'une nouvelle technique de canulation caecale. *Reproduction, Nutrition and Development*. 1992. N. 32. P. 365–376.
- Gidenne T., Buoyssou T. Mise au point d'une fistule iléale chez le lapin adulte. Caractérisation des digesta prelaves. *Reproduction, Nutrition and Development*. 1987. N. 27. P. 289–290.
- Gidenne T., Lebas F. Estimation quantitative de la caecotrophie chez le lapin en croissance: variations en fonction de l'âge. *Annales de Zootechnie*. 1987. Vol. 36. P. 225–236.
- Gidenne T., Pérez J., Viudes P., Blas E. Utilisation digestive de la ration chez le lapin au cours de la croissance: effet de la nature de l'amidon. *Proceedings 41ème Réunion Annuelle de la Fédération Européenne de Zootechnie*. 1990. P. 6.
- Gouet P., Fonty G. Evolution de la microflore digestive du lapin holoxénique de la naissance au sevrage. *Annales de Biologie Animale, Biochimie et Biophysique*. 1973. Vol.13. P. 733–735.
- Gouet P., Fonty G. Changes in the digestive microflora of holoxenic rabbits from birth until adulthood. *Annales de Biologie Animale, Biochimie et Biophysique*. 1979. Vol. 19. P. 553–556.
- Jansman A., Huisman J., Van der Poel A. Ileal and faecal digestibility in piglet of field beans (*Vicia faba* L.) varying in tannin content. *Animal Feed Science and Technology*. 1993. Vol. 42. P. 83–96.
- Lebas F., Corring T., Courtot D. Equipement enzymatique du pancreas exocrine chez le lapin, mise en place en evolution de la naissance au sevrage. Relation avec la composition du regime alimentaire. *Annales de Biologie Animale, Biochimie et Biophysique*. 1971. Vol. 11. P. 399–413.
- Longstaff M., McNab J. The inhibitory effects of hull polysaccharides and tannins of field beans (*Vicia faba* L.) on the digestion of amino acids, starch and lipid and on digestive enzyme activities in young chicks. *British Journal of Nutrition*. 1991. Vol. 65. P. 199–216.
- Lorente M., Fraga M., Carabaño R., de Blas, J. Coprophagy in lactating does fed different diets. *Journal of Applied Rabbit Research*. 1988. Vol. 11. P. 11–15.
- Marounek M., Vovk S., Skramova V. Distribution of activity of hydrolytic enzymes in the digestive tract of rabbits. *British Journal of Nutrition*. 1995. Vol. 73. P. 463–469.
- Martínez J., Fernández J., Composición, digestibilidad, valor nutritivo y relaciones entre ambos de diversos piensos para conejos. *Proceedings of the 2nd World Rabbit Congress*. Asociación Española de Cunicultura. 1980. P. 214–223.
- Merino J., Carabaño R. Effect of type of fibre on ileal and faecal digestibilities. *Journal of Applied Rabbit Research*. 1992. Vol. 15. P. 931–937.
- Motta-Ferreira W., Fraga M., Carabaño R. Inclusion of grape pomace, in substitution for lucerne hay, in diets for growing rabbits. *Animal Science*. 1996. Vol. 63. P. 167–174.
- Padilha M., Licois D., Gidenne T., Carre B., Fonty G. Relationships between microflora and caecal fermentation in rabbits before and after weaning. *Reproduction, Nutrition and Development*. 1995. Vol. 35. P. 375–386.
- Penney R., Folk G. E., Galask R. P., Petzold C. R. The microflora of the alimentary tract of rabbits in relation to pH, diet and cold. *Journal of Applied Rabbit Research*. 1986. Vol. 9. P. 152–156.
- Proto V. Fisiologia della nutrizione del coniglio con particolare riguardo alla cecotrofia. *Conigliocultura*. 1976. Vol. 7. P. 15–33.
- Taboada E., Méndez J., Mateos G. G., de Blas J. The response of highly productive rabbits to dietary lysine content. *Livestock Production Science*. 1994. Vol. 40. P. 329–337.
- Taboada E., Méndez J., de Blas J. The response of highly productive rabbits to dietary sulphur amino acid content for reproduction and growth. *Reproduction, Nutrition and Development*. 1996. Vol. 36. P. 191–203.
- Villamide M., Fraga M. Prediction of the digestible crude protein and protein digestibility of feed ingredients for rabbits from chemical analysis. *Animal Feed Science and Technology*. 1998. Vol. 70. P. 211–224.
- Weerden E. The sensitivity of the ileal digestibility method as compared to the faecal digestibility method. III International Seminar on Digestive Physiology in the Pig. 1985. Vol. 580. P. 392.